

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-48568

(P2001-48568A)

(43) 公開日 平成13年2月20日 (2001.2.20)

(51) Int.Cl.
C 03 B 37/12
C 03 C 25/10
G 02 B 6/00
6/44

識別記号

356
301

F I
C 03 B 37/12
G 02 B 6/00
6/44
C 03 C 25/02

テマコード (参考)
A 2 H 0 5 0
3 5 6 A 4 G 0 6 0
3 0 1 B
Z

審査請求 有 請求項の数 2 OL (全 13 頁)

(21) 出願番号

特願平11-218210

(22) 出願日

平成11年7月30日 (1999.7.30)

(71) 出願人 000005186

株式会社フジクラ
東京都江東区木場1丁目5番1号

(72) 発明者 鶴崎 幸司
千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジ
クラ佐倉事業所内

(72) 発明者 原田 光一
千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジ
クラ佐倉事業所内

(74) 代理人 100064908
弁理士 志賀 正武 (外3名)

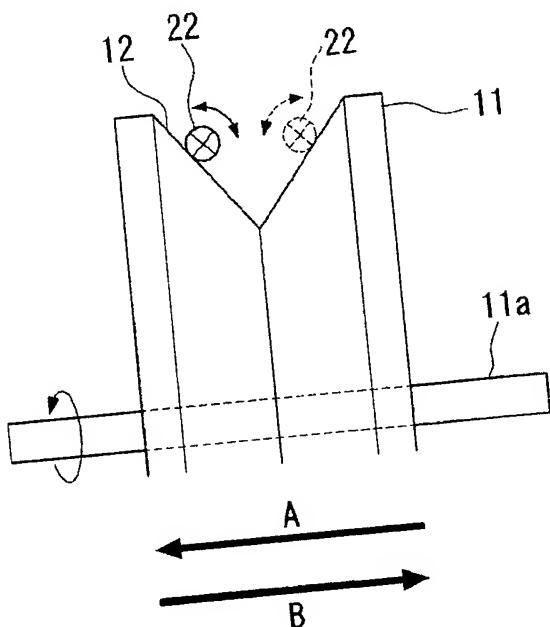
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバの製造方法および製造装置

(57) 【要約】

【課題】 PMDの抑制された低伝送損失な光ファイバを簡便に製造する。

【解決手段】 光ファイバ母材を溶融紡糸して光ファイバ裸線を得て、ついでこの光ファイバ裸線に樹脂を被覆して光ファイバ素線22とし、引き続いてこの光ファイバ素線22を、V字溝12またはU字溝をローラ面上に有する回転ローラ11の該溝上を進行させながら、回転ローラ11をその回転軸11aに沿う方向に往復運動させて、光ファイバ素線22を溝上で転動させて光ファイバ素線22にねじれを加える。回転ローラ11としてローラ面上に平溝を有するものを使用して、回転ローラ11をその回転軸11aが水平方向に対して任意の角度をなすように一方に向に傾け、ついで反対方向に任意の角度をなすように傾けて揺動運動をさせてもよい。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光ファイバ母材を溶融紡糸して光ファイバ裸線を得て、ついでこの光ファイバ裸線に樹脂を被覆して光ファイバ素線とし、引き続いてこの光ファイバ素線を、V字溝またはU字溝をローラ面上に有する回転ローラの該溝上を進行させながら、

回転ローラをその回転軸に沿う方向に往復運動させて、光ファイバ素線を溝上で転動させて光ファイバ素線にねじれを加えることを特徴とする光ファイバの製造方法。

【請求項2】 光ファイバ母材を溶融紡糸して光ファイバ裸線を得て、ついでこの光ファイバ裸線に樹脂を被覆して光ファイバ素線とし、引き続いてこの光ファイバ素線を、平溝をローラ面上に有する回転ローラの該溝上を進行させながら、回転ローラをその回転軸が水平方向に対して任意の角度をなすように一方に向かって傾け、ついで反対方向に任意の角度をなすように傾けて揺動運動をさせて、光ファイバ素線を溝上で転動させて光ファイバ素線にねじれを加えることを特徴とする光ファイバの製造方法。

【請求項3】 光ファイバ母材を溶融紡糸して光ファイバ裸線を得る紡糸装置と、光ファイバ裸線に被覆を施し光ファイバ素線を得る被覆装置と、光ファイバ素線をローラ面上で転動させて光ファイバ素線にねじれを加える回転ローラを有する光ファイバ製造装置であって、回転ローラが、ローラ面上にV字溝またはU字溝を有し、さらにこの回転ローラをその回転軸に沿う方向に往復運動させる駆動部を具備してなることを特徴とする光ファイバ製造装置。

【請求項4】 光ファイバ母材を溶融紡糸して光ファイバ裸線を得る紡糸装置と、光ファイバ裸線に被覆を施し光ファイバ素線を得る被覆装置と、光ファイバ素線をローラ面上で転動させて光ファイバ素線にねじれを加える回転ローラを有する光ファイバ製造装置であって、回転ローラが、ローラ面上に平溝を有し、さらにこの回転ローラを揺動運動させる駆動部を具備してなることを特徴とする光ファイバ製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は光ファイバの製造方法および製造装置に関し、特に偏波モード分散（以下、PMDという）が抑制された低伝送損失光ファイバを簡便に提供できるようにしたものである。

【0002】

【従来の技術】近年の光通信技術の進歩とともに、用途に応じた多種多様な光ファイバが製造、利用されている。光ファイバは、気相軸付け法（VAD法）、外付け法（OVD法）、内付け法（CVD法、MCVD法、PCVD法）、ロッドインチュープ法等で得られた光ファイバ母材を溶融紡糸して製造されている。このような

従来の製造方法においては、真円状の断面を有する光ファイバを製造することは非常に困難であり、得られた光ファイバの断面形状はわずかに歪んだ円状や、橢円状であることがほとんどであった。しかし、このように光ファイバの断面が真円状でない場合、光ファイバを伝搬する2偏波の位相速度が異なり、PMDを増加させてしまうという問題があった。

【0003】そこで、光ファイバにねじれを加えて、PMDが抑制された光ファイバを得る方法が提案されている。例えば、特開平8-295528号公報、米国特許第5,822,487号等では、揺動運動をする揺動ガイドローラー上で光ファイバを転動させてねじれを与える方法が開示されている。また、特開平9-2834号公報では、特定の形状を有するローラ上で光ファイバを転動させてねじれを与える方法が開示されている。さらに特表平10-507438号公報では、2つのローラ曲面の間で光ファイバを転動させる方法が報告されている。その他、米国特許第4,473,273号では光ファイバ母材を回転させ、ねじれを与える方法が開示されている。

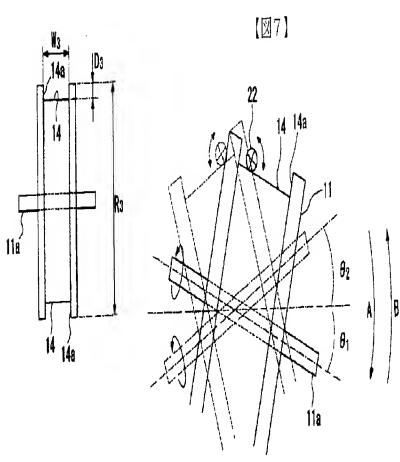
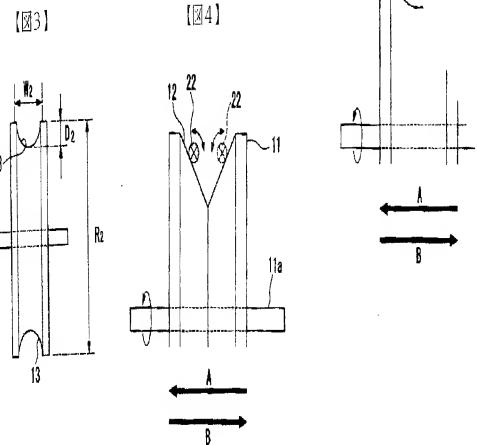
【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開平8-295528号公報や米国特許第5,822,487号に開示の方法は、高速での紡糸には向きでなく、また、紡糸張力が小さい場合にはねじれ量が小さくなってしまうため、PMD抑制効果が少なくなってしまうという問題があった。また、特開平9-2834号公報に報告されている方法では、ねじれ量が少ないと、ローラの径やライン長に制限があった。さらに、特表平10-507438号公報に開示の方法では、2つのローラ曲面の光ファイバへの押し圧が変化することから、正確な紡糸張力を測定できないという問題があった。また、ねじれ量が光ファイバの長手方向で変化し、一定でないという問題もあった。さらに、米国特許第4,473,273号に開示の方法は、光ファイバ母材を回転させる方法であるため、外径変動や曲がりを有する光ファイバ母材を使用した場合、光ファイバ外径制御性が低下したり、コーティング不良が発生する可能性があった。

【0005】本発明は前記事情に鑑みてなされたもので、PMDの抑制された低伝送損失光ファイバを簡便な方法で製造でき、さらにPMD抑制の程度も容易に調整できる光ファイバの製造方法および製造装置を提供することを課題とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明にあっては、光ファイバ母材を溶融紡糸して光ファイバ裸線を得て、ついでこの光ファイバ裸線に樹脂を被覆して光ファイバ素線とし、引き続いてこの光ファイバ素線を、V字溝またはU字溝をローラ面上に有する回転ローラの該溝上を進行させながら、回転ローラをその回転軸に沿う方



NEW APPLICATION DOCUMENT INDEX SHEET



A DOCPHOENIX

<input type="checkbox"/> TRNA _____ Transmittal New Application	<input type="checkbox"/> ADS _____ Application Data Sheet	<input type="checkbox"/> IDS _____ IDS Including 1449												
<input type="checkbox"/> SPEC _____ Specification	<input type="checkbox"/> A... _____ Amendment Including Elections	<input type="checkbox"/> 371P _____ PCT Papers in a 371P Application												
<input type="checkbox"/> CLM _____ Claims	<input type="checkbox"/> A.PE _____ Preliminary Amendment	<input checked="" type="checkbox"/> FOR <u>8</u> _____ Foreign Reference												
<input type="checkbox"/> ABST _____ Abstract	<input type="checkbox"/> REM _____ Applicant Remarks in Amendment	<input type="checkbox"/> NPL _____ Non-Patent Literature												
<input type="checkbox"/> DRW _____ Drawings		<input type="checkbox"/> FRPR _____ Foreign Priority Papers												
<input type="checkbox"/> OATH _____ Oath or Declaration		<input type="checkbox"/> ARTIFACT _____ Artifact												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> ILET Misc. Incoming Letter</td> <td><input type="checkbox"/> BIB _____ Bib Data Sheet</td> <td><input type="checkbox"/> APPENDIX _____ Appendix</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> IMIS Misc. Internal Document</td> <td><input type="checkbox"/> WCLM _____ Claim Worksheet</td> <td><input type="checkbox"/> COMPUTER _____ Computer Program Listing</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> TRREISS _____ Transmittal New Reissue Application</td> <td><input type="checkbox"/> WFEE _____ Fee Worksheet</td> <td><input type="checkbox"/> SPEC NO _____ Specification Not in English</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> PROTRANS _____ Translation of Provisional in Nonprovisional</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/> N417 _____ Copy of EFS Receipt Acknowledgement</td> </tr> </table>			<input type="checkbox"/> ILET Misc. Incoming Letter	<input type="checkbox"/> BIB _____ Bib Data Sheet	<input type="checkbox"/> APPENDIX _____ Appendix	<input type="checkbox"/> IMIS Misc. Internal Document	<input type="checkbox"/> WCLM _____ Claim Worksheet	<input type="checkbox"/> COMPUTER _____ Computer Program Listing	<input type="checkbox"/> TRREISS _____ Transmittal New Reissue Application	<input type="checkbox"/> WFEE _____ Fee Worksheet	<input type="checkbox"/> SPEC NO _____ Specification Not in English	<input type="checkbox"/> PROTRANS _____ Translation of Provisional in Nonprovisional		<input type="checkbox"/> N417 _____ Copy of EFS Receipt Acknowledgement
<input type="checkbox"/> ILET Misc. Incoming Letter	<input type="checkbox"/> BIB _____ Bib Data Sheet	<input type="checkbox"/> APPENDIX _____ Appendix												
<input type="checkbox"/> IMIS Misc. Internal Document	<input type="checkbox"/> WCLM _____ Claim Worksheet	<input type="checkbox"/> COMPUTER _____ Computer Program Listing												
<input type="checkbox"/> TRREISS _____ Transmittal New Reissue Application	<input type="checkbox"/> WFEE _____ Fee Worksheet	<input type="checkbox"/> SPEC NO _____ Specification Not in English												
<input type="checkbox"/> PROTRANS _____ Translation of Provisional in Nonprovisional		<input type="checkbox"/> N417 _____ Copy of EFS Receipt Acknowledgement												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> CRFL _____ Computer Readable Form Transfer Request Filed</td> <td><input type="checkbox"/> AF/D _____ Affidavit or Exhibit Received</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> CRFS _____ Computer Readable Form Statement</td> <td><input type="checkbox"/> DIST _____ Terminal Disclaimer Filed</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> SEQLIST _____ Sequence Listing</td> <td><input type="checkbox"/> PET. _____ Petition</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> SIR. _____ SIR Request</td> <td></td> </tr> </table>			<input type="checkbox"/> CRFL _____ Computer Readable Form Transfer Request Filed	<input type="checkbox"/> AF/D _____ Affidavit or Exhibit Received	<input type="checkbox"/> CRFS _____ Computer Readable Form Statement	<input type="checkbox"/> DIST _____ Terminal Disclaimer Filed	<input type="checkbox"/> SEQLIST _____ Sequence Listing	<input type="checkbox"/> PET. _____ Petition	<input type="checkbox"/> SIR. _____ SIR Request					
<input type="checkbox"/> CRFL _____ Computer Readable Form Transfer Request Filed	<input type="checkbox"/> AF/D _____ Affidavit or Exhibit Received													
<input type="checkbox"/> CRFS _____ Computer Readable Form Statement	<input type="checkbox"/> DIST _____ Terminal Disclaimer Filed													
<input type="checkbox"/> SEQLIST _____ Sequence Listing	<input type="checkbox"/> PET. _____ Petition													
<input type="checkbox"/> SIR. _____ SIR Request														

END JOB

DUPLEX

EUROPEAN PATENT OFFICE

104344

(5)

Patent Abstracts f Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000344539
 PUBLICATION DATE : 12-12-00

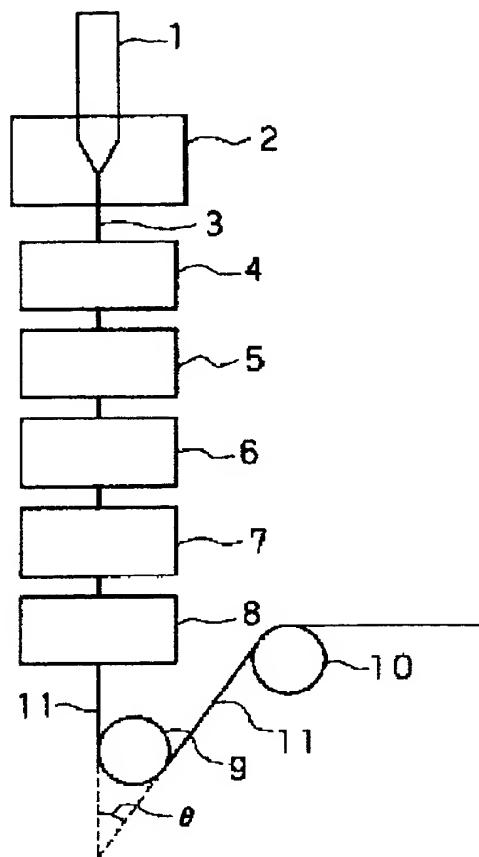
APPLICATION DATE : 01-06-99
 APPLICATION NUMBER : 11154340

APPLICANT : FUJIKURA LTD;

INVENTOR : TAKAHASHI KOICHI;

INT.CL. : C03B 37/027 G02B 6/00

TITLE : PRODUCTION OF OPTICAL FIBER
 AND APPARATUS FOR PRODUCTION
 THEREOF



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to produce an optical fiber which is small in PMD by giving rise to kink on the optical fiber while suppressing the movement of the optical fiber and preventing the change in the diameter of the optical fiber.

SOLUTION: An optical fiber preform 1 is drawn to form the optical fiber 3 and a coating layer is formed around the optical fiber 3 to form an optical fiber 11. This optical fiber 11 is brought into contact with the peripheral surface of a turn pulley 9, by which a progression direction is changed. The turn pulley 9 is moved back and forth in the axial direction of rotation, by which the optical fiber 11 is rolled on the peripheral surface of the turn pulley 9 to give rise to the kink in the optical fiber 3.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-344539
(P2000-344539A)

(43)公開日 平成12年12月12日(2000.12.12)

(51)Int.Cl.
C 0 3 B 37/027
G 0 2 B 6/00

識別記号
3 5 6

F I
C 0 3 B 37/027
G 0 2 B 6/00

テ-マコ-ト*(参考)
4 G 0 2 1

3 5 6 A

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平11-154340
(22)出願日 平成11年6月1日(1999.6.1)

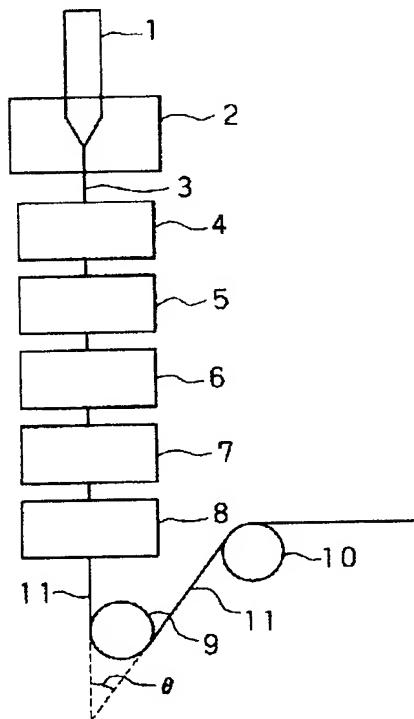
(71)出願人 000005186
株式会社フジクラ
東京都江東区木場1丁目5番1号
(72)発明者 藤巻 宗久
千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジ
クラ佐倉事業所内
(72)発明者 高橋 浩一
千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジ
クラ佐倉事業所内
(74)代理人 100064908
弁理士 志賀 正武 (外3名)
Fターム(参考) 4G021 HA01

(54)【発明の名称】 光ファイバ素線の製造方法および製造装置

(57)【要約】

【課題】 光ファイバの移動を抑えつつ、また光ファイバの径の変化を防止しながら、光ファイバに捻れを生じせしめてPMDが小さい光ファイバを製造できるようにする。

【解決手段】 光ファイバ母材1を線引きして光ファイバ3を形成し、光ファイバ3の周囲に被覆層を形成して光ファイバ素線11を形成する。光ファイバ素線11をターンプーリー9の周面と接触させて進行方向を変えるとともに、ターンプーリー9を回転軸方向に往復移動させることによって光ファイバ素線11をターンプーリー9の周面上で転動させ、光ファイバ3に捻れを生じせしめる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光ファイバ母材を線引きして光ファイバを形成する工程と、該光ファイバの周囲に被覆層を形成して光ファイバ素線を形成する工程と、該光ファイバ素線をターンプーリーの周面と接触させて進行方向を変える工程を有し、前記ターンプーリーを回転軸方向に往復移動させることによって前記光ファイバ素線を前記ターンプーリーの周面上で転動させることを特徴とする光ファイバ素線の製造方法。

【請求項2】 光ファイバ母材を線引きして光ファイバを形成する手段と、該光ファイバの周囲に被覆層を形成して光ファイバ素線を形成する手段と、周面が前記光ファイバ素線と接する位置に配されており、該周面が光ファイバ素線の進行方向に沿って回転可能であり、かつ回転軸方向に往復移動するターンプーリーを備えてなることを特徴とする光ファイバ素線の製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ファイバを製造する際に光ファイバに捻れを生じせしめることによって、偏波モード分散が小さい光ファイバを製造する方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、石英系ガラスからなる円柱形の光ファイバ母材を線引きして光ファイバを製造する際に、光ファイバに捻れを生じせしめることによって、偏波モード分散（PMD）が小さい光ファイバを得る方法が提案されている。例えば、特開平8-295528号公報には、光ファイバに被覆層を形成した後の光ファイバ素線を、回転軸の傾きが変化するように往復運動する揺動ガイドローラーでガイドした後、回転軸が固定されたガイドローラーでガイドすることによって光ファイバ素線に捻れを生じせしめる方法が開示されている。また、特開平9-2834号公報には、光ファイバに被覆層を形成した後の光ファイバ素線を、回転軸方向と周面との角度が75°から105°の範囲で周方向に変化するように構成されたローラーを用いてガイドすることによって光ファイバ素線に捻れを生じせしめる方法が開示されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開平8-295528号公報に記載されている方法では光ファイバは捻れとともに揺動ガイドローラー上を該ローラーの軸方向に移動してしまうので、光ファイバ素線の外径を測定するのに支障が生じるという問題があった。そこで、光ファイバ素線の移動を抑制するために、光ファイバ素線の進行方向に回転可能な移動抑制用ガイドを設けることも提案されているが、光ファイバ素線に移動抑制用ガイドの回転抵抗が付与されてしまうために、張力測定において支障が生じる、あるいは移動測定用ガイド

の回転速度が大きくなると抵抗が大きくなる等の問題あった。また特開平9-2834号公報に記載されている方法では、光ファイバの紡糸位置からローラーまでの距離が長くなるにしたがって、また引き出し速度が大きくなるにしたがって、ローラーの直径を大きくしないとうまく作用しないので、装置の構成上の制約が大きいという問題があった。また回転軸に対してローラーの周面が傾きを有するので光ファイバの紡糸位置からローラーに接触するまでの距離が一定でなく、光ファイバの紡糸位置から引き取り機に至るまでのパスライン長が変化することになる。ところが引き取り機における引き取り速度は通常一定に保たれるので、実質的にはパスライン長が短いときよりも長いときの方が光ファイバの速度が大きくなり、ファイバ径が細くなってしまうという問題もあった。

【0004】本発明は前記事情に鑑みてなされたもので、光ファイバの移動を抑えつつ、また光ファイバの径の変化を防止しながら、光ファイバに捻れを生じせしめてPMDが小さい光ファイバを製造できるようにした光ファイバの製造方法および製造装置を提供すること目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するため本発明の光ファイバの製造方法は、光ファイバ母材を線引きして光ファイバを形成する工程と、該光ファイバの周囲に被覆層を形成して光ファイバ素線を形成する工程と、該光ファイバ素線をターンプーリーの周面と接触させて進行方向を変える工程を有し、前記ターンプーリーを回転軸方向に往復移動させることによって前記光ファイバ素線を前記ターンプーリーの周面上で転動させることを特徴とする。また本発明の光ファイバの製造装置は、光ファイバ母材を線引きして光ファイバを形成する手段と、該光ファイバの周囲に被覆層を形成して光ファイバ素線を形成する手段と、周面が前記光ファイバ素線と接する位置に配されており、該周面が光ファイバ素線の進行方向に沿って回転可能であり、かつ回転軸方向に往復移動するターンプーリーを備えてなることを特徴とする。

【0006】

【発明の実施の形態】以下、本発明を詳しく説明する。図1は本発明の光ファイバの製造方法を実施するのに好適な装置の例を示した概略工程図であり、図中符号1は光ファイバ母材である。本実施例の装置は、加熱炉2、ファイバ直径モニター4、コーティング装置5、コーティング同心性モニター6、紫外線ランプ装置7、外径測定装置8、ターンプーリー9、およびガイドプーリー10を備えている。本実施例の装置において、光ファイバ母材1は加熱炉2内に垂直に挿入され、ここで加熱、溶融されて線引きされて光ファイバ3が形成される。線引きにより形成された光ファイバ3は、ファイバ直径モニ



Creation date: 09-10-2003

Indexing Officer: STEKESTE - SARA TEKESTE

Team: OIPEScanning

Dossier: 10649720

Legal Date: 08-28-2003

No.	Doccode	Number of pages
1	FOR	12
2	FOR	8
3	FOR	16
4	FOR	8
5	FOR	10

Total number of pages: 54

Remarks:

Order of re-scan issued on

NEW APPLICATION DOCUMENT INDEX SHEET



A DOCPHOENIX

<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> <p><input type="checkbox"/> TRNA _____ Transmittal New Application</p> <p><input type="checkbox"/> SPEC _____ Specification</p> <p><input type="checkbox"/> CLM _____ Claims</p> <p><input type="checkbox"/> ABST _____ Abstract</p> <p><input type="checkbox"/> DRW _____ Drawings</p> <p><input type="checkbox"/> OATH _____ Oath or Declaration</p> </div> <div style="background-color: #333; color: white; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p><input type="checkbox"/> LET. _____ Misc. Incoming Letter</p> <p><input type="checkbox"/> IMIS _____ Misc. Internal Document</p> </div> <p><input type="checkbox"/> TRREISS _____ Transmittal New Reissue Application</p> <p><input type="checkbox"/> PROTRANS _____ Translation of Provisional in Nonprovisional</p>	<p><input type="checkbox"/> ADS _____ Application Data Sheet</p> <p><input type="checkbox"/> A... _____ Amendment Including Elections</p> <p><input type="checkbox"/> A.PE _____ Preliminary Amendment</p> <p><input type="checkbox"/> REM _____ Applicant Remarks in Amendment</p> <p><input type="checkbox"/> BIB _____ Bib Data Sheet</p> <p><input type="checkbox"/> WCLM _____ Claim Worksheet</p> <p><input type="checkbox"/> WFEE _____ Fee Worksheet</p> <p><input type="checkbox"/> AF/D _____ Affidavit or Exhibit Received</p> <p><input type="checkbox"/> DIST _____ Terminal Disclaimer Filed</p> <p><input type="checkbox"/> PET. _____ Petition</p>	<p><input type="checkbox"/> IDS _____ IDS Including 1449</p> <p><input type="checkbox"/> 371P _____ PCT Papers in a 371P Application</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> FOR 12 _____ Foreign Reference</p> <p><input type="checkbox"/> NPL _____ Non-Patent Literature</p> <p><input type="checkbox"/> FRPR _____ Foreign Priority Papers</p> <p><input type="checkbox"/> ARTIFACT _____ Artifact</p> <p><input type="checkbox"/> APPENDIX _____ Appendix</p> <p><input type="checkbox"/> COMPUTER _____ Computer Program Listing</p> <p><input type="checkbox"/> SPEC NO _____ Specification Not in English</p> <p><input type="checkbox"/> N417 _____ Copy of EFS Receipt Acknowledgement</p>
<p><input type="checkbox"/> CRFL _____ Computer Readable Form Transfer Request Filed</p> <p><input type="checkbox"/> CRFS _____ Computer Readable Form Statement</p> <p><input type="checkbox"/> SEQLIST _____ Sequence Listing</p> <p><input type="checkbox"/> SIR. _____ SIR Request</p>		

END JOB

DUPLEX

104344 RR ①



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11) EP 0 744 636 A2

(12)

EUROPEAN PATENT APPLICATION

(43) Date of publication:
27.11.1996 Bulletin 1996/48

(51) Int. Cl.⁶: G02B 6/10, G02B 6/16,
C03B 37/02

(21) Application number: 96303407.9

(22) Date of filing: 14.05.1996

(84) Designated Contracting States:
DE DK FR GB IT

• Hart, Arthur Clifford, Jr.
Chester, New Jersey 07930 (US)
• Kranz, Karen S.
Middlesex, New Jersey 08846 (US)
• Walker, Kenneth Lee
New Providence, New Jersey 07974 (US)

(30) Priority: 24.05.1995 US 449455

(71) Applicant: AT&T IPM Corp.
Coral Gables, Florida 33134 (US)

(72) Inventors:
• DiMarcello, Frank Vincent
Annandale, New Jersey 08801 (US)
• Huff, Richard Garner
Basking Ridge, New Jersey 07920 (US)

(74) Representative: Johnston, Kenneth Graham et al
Lucent Technologies (UK) Ltd,
5 Mornington Road
Woodford Green Essex, IG8 OTU (GB)

(54) Method of making optical fiber with low polarization mode dispersion

(57) The disclosed method of making optical fiber (43) involves applying alternately clockwise and counterclockwise twist to the fiber as the fiber is being drawn from a preform (41), such that a permanent spin is impressed on the fiber. The torque is applied by novel means, namely, a roller (15) of geometry that causes the fiber to roll on the surface of the roller, alternately in one direction and the opposite direction. The novel technique can facilitate drawing of low PMD (polarization mode dispersion) fiber at relatively high speed.

EP 0 744 636 A2

Description**Background of the Invention**

It is well known to those skilled in the art that "single mode" optical fiber actually supports two modes that differ in polarization, and that in typical single mode fiber the two modes can propagate with slightly different phase velocities, resulting in (generally undesirable) polarization mode dispersion (PMD).

US patent 5,298,047 discloses an advantageous method of making single mode fiber having low PMD. The method involves applying a torque to the fiber as the fiber is being drawn from the preform, with the applied torque typically alternating in sense, i.e., causing alternately clockwise and counterclockwise twist of the fiber around the axis of the fiber. The fiber transmits the alternating twists to the hot zone wherein the glass of the fiber is soft such that a "spin" is permanently impressed on the fiber. See also US patent 5,418,881.

The '047 patent teaches a technique for applying the torque that involves oscillating a guide roller back and forth. This technique works very well, having facilitated manufacture of large quantities of very low PMD fiber. However, our recent work directed towards fiber drawing at still higher draw speeds than utilized up to now has led to the recognition that it would at best be difficult to use the prior art technique at the higher draw speeds, since the guide roller would have to be oscillated back and forth at impractically high rates. It would thus be highly desirable to have available a method of making optical fiber with alternating frozen-in spin (and thus low PMD) that is capable of use at even higher draw speeds than the prior art technique. This application discloses such a method.

Brief Description of the Drawings

FIGs. 1, 2 and 3a)-3d) illustrate the geometry of an exemplary member for use in the inventive process; and

FIG. 4 schematically shows exemplary apparatus for the practice of the invention.

The Invention

The invention is as defined by the claims. The inventive method of making optical fiber comprises the steps of providing an optical fiber preform, heating at least a portion of the preform, and drawing the optical fiber from the heated preform such that a spin is impressed on the fiber. The drawing step is carried out with the preform maintained rotationally stationary, and comprises applying a torque to the fiber whereby the fiber undergoes rotation around the longitudinal axis of the fiber, such that the spin is impressed on the fiber as it is drawn from the preform. The torque is applied such that the impressed spin is alternately clockwise and counterclockwise.

Significantly, applying the torque to the fiber comprises providing a member that has a surface and an axis and is capable of rotation around the axis, and contacting the surface of the member with the fiber that is being drawn from the preform. The member is selected such that, during a first portion of a complete revolution of the member, a direction normal to said surface of the member forms with said axis an angle ϕ that is less than 90°, and also forms, during a second portion of said complete revolution of the member, with said axis an angle ϕ that is more than 90°.

As was stated above, the prior art method involves, inter alia, actively oscillating a guide roller back and forth through an angle 2θ (see FIG. 4 of the '047 patent). On the other hand, the method according to the instant invention utilizes a stationary roller (the "member") of a geometry selected such that the rotating member automatically applies alternately clockwise and counterclockwise torque to the fiber, as the fiber is drawn from the preform and contacts the surface of the member. Spin spatial frequencies in excess of 10 spins/m are readily obtainable. It is emphasized that said angular relationship between the axis of the member and the normal to the surface of the member is met at any given point on the surface of the rotating member (e.g., at the point that is closest to the hot zone; see FIG. 4), with said point being stationary with respect to the draw tower. The point thus traces a closed path on the surface of the rotating member, and the direction normal to the surface at the point indicates the varying tilt of the surface at the point as the member rotates.

The geometry of an exemplary member will now be described. Consider a solid cylinder (e.g., aluminum round stock) of diameter D, and further consider making 2 parallel cuts through the cylinder, the cuts being inclined with respect to the axis of the cylinder such that a direction normal to one of the cuts forms an angle θ ($\theta \neq 0$) with the cylinder axis. See FIG. 1, wherein numerals 11-16 refer, respectively, to the cylinder, the two parallel "cuts", the cylinder axis, the body formed by the two cuts, and the direction normal to one of the parallel cut surfaces.

Next, consider placing the thus formed body 15 on a surface (e.g., the work table of a drill press) and drilling a hole (17) through the body in the direction normal to the surface such that the axis of the hole intersects center line 14 in the plane midway between parallel surfaces 12 and 13. The resulting body can, at least in principle, serve as the above referred-to "member". Hole 17 can be dimensioned to accept the axis on which the member will rotate.

The above description of the geometry of an exemplary member in terms of a process of making the member is for tutorial purposes only, and is not meant to imply that a rotatable member according to the invention has to be made as described.

FIG. 2 schematically shows body 15 in plan view and side view. It will be understood that the two plane surfaces of 15 have elliptical shape.